中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）39(1)：21～28（1990）

栽培密度及氮肥用量對玉米青刈產量之影響[1]

陳建成　王強生　劉大江[2]

摘要　本試驗以臺農 1 號及臺農 351 號玉米品種爲材料，於秋作栽培時比較種植密度及氮肥用量對青刈產量及植株總營養消化率（TDN）的影響，並探討秋裡作密植短期栽培生產青刈玉米的可能性。秋作試驗行距爲75cm而株距爲14、18與 25cm時，密植可提高青刈產量，吐絲後36日之鮮重已達高峰，但乾物重仍持續增加；品種間差異不顯著，唯臺農351號有全株鮮重表現超越臺農 1 號而穗鮮重卻低於臺農 1 號的趨勢，推測臺農 351 號果穗發育較慢，且植株生長屬後期優勢型。氮肥試驗係以臺農 1 號爲材料，施以60及180kg N/ha 處理，顯示明顯之氮肥增產效應。秋裡作晚植栽培試驗顯示，於 10 月中旬播種後，105日之鮮重亦可達50t/ha，但含水量過高，乾物產量低，11月上旬播種後 112 日之鮮重與乾物產量均低；晚植栽培未發現密度處理對青刈產量之正面效應，乾物產量並有因密植而降低的趨勢，由於植株發育因低溫影響而極度緩慢，且可能延緩水分含量降低速率，因此欲於裡作栽培青刈玉米，除應考慮品種及栽培方法外，亦應注重與環境因子之可能交感作用。本試驗中玉米之總營養消化率隨收穫期延後而提高，爲穗部與全株乾物比率提高所致，不受品種、栽培密度與氮肥用量之顯著影響，最高可達73%左右。就產量而言，在秋作如以高密度及重氮肥栽培，臺農 1 號與臺農 351 號可用爲青刈品種，但本試驗結果尚不能肯定在裡作生產青刈飼料之價值及可行性。

青刈用玉米的生產目標爲高乾物質產量（yield）與含量（content）及高營養價值（nutritional value）與消化性（digestibility），在使用的品種方面，多採用以生產子粒爲目的之品種栽培[7]，但以生產子粒爲目的之品種並不一定最適於青刈[9]；如何區分兩類型品種，尚無明確的標準可資依據。但純就生理觀點而言，青刈玉米的供源（source）能力應超過子粒充實需求，而積儲（sink）亦不僅限於子粒，並包括地上部所有器官；多餘的碳水化合物被貯藏於莖稈，尤其是穗位以下之節間內。De Wolff[6] 即曾報告，莖稈之乾物質與碳水化合物含量可用爲選拔青刈玉米的指標，且以穗位以上第一節間爲最適當之取樣部位。此外，在逆境或供源爲限制因子的條件下，乾物質生產較不依賴子粒產量的表現，亦即具有較大的生產彈性。

青刈玉米的產量及品質均可能受栽培條件影響，例如提高栽培密度時，蛋白質含量可能降低，若單株供源能力受阻，碳水化合物含量亦因而下降，使品質低落[7]。而多施氮肥雖有利於提高植株蛋白質含量，但氮素之組成可能不利於家畜生長，且亦導致碳水化合物含量降低[10]。但是即使使用同一品種，青刈玉米栽培密度一般均超過以子粒爲目標之栽培密度，Hunter[7] 報告在加拿大之栽培密度可予提高20%，乾物質收量增加，品質尚未明顯降低。由於玉米具有極高之乾物質生產潛能，例如

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1494 號。本文爲第一作者碩士論文之一部分，又承行政院農業委員會補助經費（78農建-7.1-糧-24-9），謹致謝意。

2.國立中興大學農藝研究所研究生及本所農藝系助理研究員與研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

秋作於臺中地區良好栽培條件下，臺農351號品種具有極佳的耐密植能力[2]，適當密植應有提高青刈產量的可能。此外，玉米的氮素營養與產量關係密切，吐絲期葉片氮素濃度在 3 %以上時，植株具有最高之光合作用能力，臺農 351 號品種之濃度約介於2.5—3.0%之間[14]，研判即或稍有偏低可能，亦極接近適當濃度。臺農351號吐絲期葉面積已達最高葉面積之 80 %，而乾物重卻僅爲最高時之40—50%[1]， 在氮素吸收量方面雖然缺少詳細資料，但估計吐絲期植株含氮量最多亦不超過成熟期總含量的60%，換言之，吐絲期以後的氮素吸收、利用及所影響之乾物質生產能力，對維持高產極爲重要，有必要對此一期間的植株氮素需求狀況加以瞭解。

本省目前雖無專供青刈栽培之玉米品種，但臺農 1 號與臺農 351號均具極高的乾物質生產潛能[2]，深具應用潛力；在實際生產時，固可於正常之春、秋作栽培，冬季低溫時期缺少青刈飼料情況下之生產可能與配合條件也是極爲重要的課題。本項計畫針對上述問題，一方面藉較高之栽植密度探討以青刈爲栽培目的時，玉米品種之生理與產量表現，分析乾物質與碳水化合物生產能力對栽培方法的反應，藉以對青刈玉米的栽培與生產有進一步的瞭解；另一方面則以低溫田間環境試驗爲主體，利用極高密度與短期栽培處理，探討裡作生產青刈飼料的可行性，供爲實際應用的參考。本文主要討論青刈產量的表現，有關碳水化合物之供源及積儲關係將另行報告。

材料與方法

本試驗於民國77年秋至冬作在本所農場進行，其栽培方法爲播種時每穴播兩粒種子，出土後間拔留一株；播種後施用萌前殺草劑 Primextra (3.5L a.i. /ha) 防治雜草。植株生長至齊膝期時中耕培土，生育期間多次施用農藥防治病蟲害，適時灌溉，並按慣行法行田間管理。秋作試驗進行前採取土壤樣品，委請本所農業化學系分析土壤肥力，其土質屬坋質壤土(SiL), pH値5.75，有機質 2.13%，CEC爲7.8meq/100g，銨態氮濃度14 3ppm，硝酸態氮爲 16.8ppm，有效性磷 (Bray 1) 16ppm，有效性鉀 (Mehlich) 106ppm。

秋作係於 9 月15日播種，包括栽植密度與氮肥用量兩項試驗；密度試驗以臺農 351號與臺農 1 號品種爲材料，行距爲75cm，株距分爲14、18與25cm三種，合每公頃95,238、74,074與53,333株。肥料用量爲$N:P_2O_5:K_2O=200:90:100$kg/ha，氮肥（硫酸銨）之 40%與半量之磷（過磷酸鈣）、鉀（氯化鉀）肥各於播種時以基肥及播種後25日以追肥施用，其餘20%氮肥於播種後45日用爲第二次追肥。試驗小區爲10行區，行長6m，面積 45m^2，重複 4 次，採用逢機完全區集設計。

秋作氮肥試驗僅以臺農1號品種爲材料，栽培之行株距爲75×20cm，合每公頃 66,666株；氮素(N)用量分兩個等級，即60與 180kg/ha ，磷、鉀肥用量及肥料施用方法與密度試驗相同。試驗小區爲 8 行區，行長6m，面積36m^2，重複 3 次，採用逢機完全區集設計。

上述秋作兩項試驗均於吐絲期（11月16日）、吐絲後36與56日及收穫期（78年 1 月29日）取樣，各爲四次。每次自每小區逢機選取 6 株爲樣品。自土面收穫地上部，區分爲葉片、莖稈（含葉鞘）、雄穗、苞葉與穗部，於送風乾燥箱中乾燥，再將穗部分爲穗軸及子粒，秤量乾物重後以 Wiley mill 經40目 (mesh) 篩磨粉，貯藏於附內蓋之PE塑膠瓶中供分析全氮 (total nitrogen) 與非構造性碳水化合物 (total nonstructural carbohydrates, TNC) 濃度之用。

冬季裡作高密度栽培青刈玉米試驗所採用之品種爲臺農351號，於10月17日及 11 月 3 日分兩次播種，行距均爲75cm，株距分爲10與18cm兩種，合每公頃133,333及74,074株；肥料用量爲 $N:P_2O_5:K_2O=200:90:100$kg/ha。小區爲 8 行區，行長5m，面積 37.5m^2，重複 2 次，採用逢機完全區集設計。本項試驗因播種較遲，生育期間氣溫頗低，未至收穫適期（生理成熟期）即予結束，第一次播種（10月17日）處理於播種後105日及128日取樣兩次，第二次播種（11月 3 日）處理僅於播種後 112 日取樣一次；取樣方法與上述秋作部份試驗相同。

採取之樣品經秤量鮮重後，於送風乾燥箱中以100°C烘乾 2hr，繼以80°C處理至完全乾燥（約需

48—72hr）爲止，秤量乾物重。總營養消化率（total digestible nutrient percentage）係依據 Japan Pioneer Hybrid Company [8] 之下列公式計算：

$$\frac{(\text{莖葉及苞葉乾重}\times 0.582)+(\text{穗乾重}\times 0.85)}{\text{莖葉、苞葉及穗總乾重}}\times 100\%$$

全氮依semi-micro Kjeldahl法分析，TNC係仿 Smith [13] 方法分析。所有的測定與分析結果均經變方分析，及以鄧肯氏多變域法（Duncan's New Multiple Range Test）比較處理間之差異性。

結果與討論

秋作栽培密度對青刈產量影響的試驗結果列於表1；吐絲期之全株鮮重以最密植處理(株距14cm)最低，較疏植兩處理（株距18與 25 cm）間及品種間的差異不顯著，公頃鮮物產量則以密植處理爲高，與王等 [1] 測定乾物質的表現趨勢相近；此一時期之鮮物產量最高可達 45t/ha，但果穗（含穗軸及子粒）所佔比率多在 10 %以下，尤以臺農 351號較低（表 1），顯示此一時期之營養價值可能不高。單株總鮮重在吐絲後繼續增加，約於吐絲後36日即達高峰，以疏植處理高於密植處理；株距爲14與18cm處理之公頃產量均在 57t/ha以上，顯著較最疏植處理爲高，亦即表現優異之生產潛能及密植效應，唯品種間仍未見差異；果穗鮮重於吐絲36日以後即甚穩定，單株果穗鮮重隨密度增高而降低

Table 1. Influence of plant spacing on the fresh weight of ear and whole plant of Tainung 1 and Taichung 351 corn hybrids at different harvest stages (Fall crop, 1988)*

Variety	Plant Spacing (cm)	Silking		Silking+36 days		Silking+56 days		Silking+73 days	
		Ear	Total	Ear	Total	Ear	Total	Ear	Total
		g/plant							
Tainung 1	75×14	36.2d**	456.5b	184.2d	599.0c	187.2c	459.7d	185.3d	436.4d
	75×18	58.4b	596.4a	230.9bc	771.8b	254.6ab	627.6bc	241.6bc	591.3c
	75×25	69.1a	657.3a	277.2a	932.7a	285.8a	700.4b	286.0a	692.4ab
Tainung 351	75×14	33.0d	447.3b	172.1d	629.0c	177.6c	547.9cd	175.7d	483.2d
	75×18	39.2cd	570.3a	231.8c	775.4b	242.6b	663.8b	227.0c	623.7bc
	75×25	47.2c	656.7a	252.7b	919.4a	272.2ab	792.6a	265.3ab	737.4a
		t/ha							
Tainung 1	75×14	3.45bc	43.48a	17.54a	57.05a	17.83ab	43.79bc	17.65a	41.56ab
	75×18	4.33a	44.18a	17.10a	57.17a	18.86a	46.49ab	17.89a	43.80ab
	75×25	3.95ab	35.06b	14.78bc	49.74b	15.25bc	37.35c	15.26ab	36.93b
Tainung 351	75×14	3.14cd	45.45a	16.40ab	59.90a	16.91ab	52.19a	16.73a	46.02a
	75×18	2.90cd	42.25a	15.84ab	57.44a	17.98ab	43.67bc	16.81a	46.20a
	75×25	2.52d	35.03b	13.48c	49.03b	14.52c	42.46bc	14.15b	39.33ab

*Sowing date was Sept. 15.

**Means with the same letter winthin a column of an individual developmental stage are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

，於品種間比較，除吐絲後36日以臺農 351號最疏植處理略低外，其餘均無顯著差異存在；公頃穗鮮重在多數處理之間的差異並不顯著，在吐絲後36日，臺農 1 號與臺農351號較密植的兩個處理爲15.84—17.54t/ha，其後之增加亦不明顯，最疏植處理之公頃果穗產量則有較低的趨勢。

表 1 同時顯示，在多數取樣中的品種間差異雖未達顯著水準，但臺農 351號的全株鮮重有超越臺農 1 號而穗鮮重卻低於臺農 1 號的趨勢，依據王等 [2] 的報告，兩個品種於生育全期累積乾物質及氮素的模式不同，以吐絲期全株乾物量及氮素累積量佔成熟期總量的比值爲準，臺農 1 號屬前期生長優勢而臺農351號屬後期生長優勢型，可能臺農351號品種果穗的發育時序較臺農 1 號爲慢有關，對青刈栽培產量表現的影響如何，尙待繼續研究。

本項試驗中玉米青刈產量以密植者爲高，唯14與 18cm 兩處理間的差距本達顯著水準，可能因處理間距過小，未能顯示株距的效應。在使用同一品種的條件下，青刈玉米栽培密度一般均超過以子粒爲目標之栽培密度，Hunter [7] 報告在加拿大之栽培密度可提高20%；Rutger and Crowder [11] 亦指出公頃株數爲 70,000—80,000時，玉米之青刈乾物產量較疏植者爲高，在另一試驗 [12] 中，青刈品種以每公頃 88,000—125,000株時之總乾物產量最高，而且密植對品質性狀並無顯著影響。玉米有很高的乾物生產潛能，王等 [1] 認爲臺農 1 號及臺農351號品種具有極佳的耐密植能力，僅就乾物質生產能力而言，在無專供青刈用品種前，應可考慮用爲青刈栽培。

氮肥用量對臺農 1 號玉米青刈產量的影響結果列於表 2；葉片與莖稈鮮重以重肥處理爲高，自吐絲後逐漸下降，但成熟期莖稈鮮重有回升趨勢；60及180 kg N/ha 處理之葉片最高鮮重分別爲 105.2及126.4 g/plant莖稈爲 276.9 及 324.0 g/plant。苞葉鮮重以吐絲後 36日最高，低、重肥處理分別爲48.8與75.5 g/plant，其後之下降極爲迅速，成熟期鮮重僅及最高值之三分之一。穗部鮮重則自吐絲後不斷增加，以成熟期鮮重有較高的現象，與前述栽培密度試驗之結果有異，可能與栽培方法（行株距及氮肥用量）不同有關；低肥處理成熟期穗部的鮮重爲169.8g/plant，重肥處理爲270.0g/plant。

在全株總鮮重方面，低肥區玉米植株單株總鮮重於吐絲後56日爲425.0g/plant，合28.3t/ha重肥區爲623.9g/plant，合41.6t/ha（表 2），以重肥處理顯著爲高，Robinson and Murphy [10] 曾以112kg N之間距比較 0 至448 kg N/ha 肥料用量對青刈玉米產量及品質的影響，指出氮素用量對產量

Table 2. Influence of N fertilization on the fresh weight (g/plant) of different plant organs of Tainung 1 corn hybrid at different harvest stages (Fall crop, 1988)*

Plant Organ	Silking		Silking +36 days		Silking+56 days		Silking+73 days	
	N-1**	N-2	N-1	N-2	N-1	N-2	N-1	N-2
Leaf Blade	105.2***	126.4a	93.4b	124.1a	71.0b	93.3a	74.4b	104.3a
Stalk	276.9a	324.0a	232.0b	271.6a	182.5b	238.2a	203.6a	244.8a
Husk	22.6b	44.3a	48.8b	75.5a	23.9b	34.8a	16.8b	24.5a
Ear	15.4b	30.0a	40.5b	78.6a	147.6b	251.6b	169.8b	270.0a
Total	420.1a	524.7a	414.7b	549.8a	425.0b	623.9a	464.6b	643.6a
	(28.0)****	(35.0)	(27.7)	(36.7)	(28.3)	(41.6)	(31.0)	(42.9)

*Sowing date was Sept. 15. Plant spacing was 75×20cm.

**Level of N fertilization is 60kg/ha for N-1 and 180kg/ha for N-2.

***Means with the same letter winthin a row (organ) of an individual developmental stage are not significantly differnt at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

****Numbers in parentheses are total fresh weight in t/ha.

有顯著的促進作用。就一般認爲的理想青刈產量（50t/ha）而言，本試驗中以每公頃66,666株及氮肥用量180kg N/ha 栽培所得之最高產量（42.9t/ha）仍有不足，亦低於前述栽培密度試驗中以公頃株數74,047株與氮肥200kg N/ha處理栽培之鮮物產量（57t/ha），顯示適度密植及重肥的重要性。

爲探討於秋、冬作晚植玉米供青刈用之可能性，於10月17日及11月 3 日兩次播種進行試驗，爲求於低溫環境下獲致可能之高產，故以高密度栽培，又因受農時限制，未待最適收穫期即結束試驗。所得結果列於表 3 。由表中資料得知，兩種密度栽培之玉米鮮物產量均高，10月17日播種處理於播種後105日之穗鮮重可達10.1—12.5t/ha，全株鮮重爲50.1—57.7t/ha，密度處理間無差異；吐絲後128日時密植區（株距10cm））之穗部鮮重增爲 14.4t/ha，全株鮮重則未見提高（49.0t/ha），且均低於疏植處理（株距18cm）。上述鮮重產量雖然甚高，多在 50t/ha以上，但乾物量則有偏低趨勢，在播種後128日，密植處理爲12.29t/ha，疏植處理爲 16.49t/ha，以後者較高。11月 3 日播種試驗於植株生育 112日後測得之青刈產量結果亦列於表 3 ；綜合而言，由於生育期間氣溫較低，植株生長緩慢，穗部鮮物產量僅及2.5—3.9t/ha，全株鮮重雖可達32.5—37.8t/ha ，但乾重卻只有 5.91—6.82t/ha ；至於兩種栽培密度處理之間則未見差異存在。

Table 3. Influence of plant spacing on the fresh weight and dry weight of Tainung 351 corn hybrid cultured as a winter crop in 1988

Plant Spacing (cm)	Planting Date: Oct. 17				Planting Date: Nov. 3	
	105 days after planting		128 days after planting		112 days afterplanting	
	Ear	Whole Plant	Ear	Whole Plant	Ear	Whole Plant
	Fresh wt. (t/ha)					
75×10	10.1a*	50.1a	14.4b	49.0b	2.5a	32.5a
75×18	12.5a	57.7a	20.5a	66.4a	3.9a	37.8a
	Dry wt. (t/ha)					
75×10	1.13a	8.04a	4.55b	12.29b	0.26a	5.91a
75×18	1.27a	8.86a	6.41a	16.49a	0.44a	6.82a

*Means with the same letter winthin a row are not significantly different at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

本省在實際生產青刈玉米時，固可於正常之春、秋作栽培，冬季低溫時期缺少青刈飼料情況下之生產可能性，及其配合條件也是極爲重要的問題，爲本試驗採用極高密度行短期栽培處理之原因，結果發現在低溫條件下，部份處理鮮物產量表現應屬不差，但乾重距離理想較遠，應與水分含量有關。青刈玉米的水分含量是決定採收適期及品質的重要因子，Cummins [4] 與Cardwell and Perry [3] 均曾報告，玉米全株具有最高乾物產量時之含水率約爲65—67%； Daynard and Hunter [5] 也有類似的結論，認爲子粒水分含量爲45%而全株爲65—68%之間時，乾物產量及飼用值（feeding value）最高，並可減少貯藏時因發酵所造成之汁液流失，，最適於用爲青貯料。本試驗中果穗水分含量最低者爲68%，最高則將近90%，顯然未至收穫適期；依據本所玉米研究室所未發表的資料，在中部地區於十月上旬播種栽培中晚熟青刈玉米，最適收穫期約爲吐絲後50—60日；而本試驗10月17日播種於 128日後採收處理時，僅爲吐絲後37日，其他處理之生育期更早，顯示植株發育因低溫影響而極度緩慢，

且可能延緩水分含量降低速率，因此欲於裡作栽培青刈玉米，待解決之困難仍多。

青刈玉米的總營養消化率（TDN）係依果穗（不含苞葉）及營養器官（含苞葉）乾重及其所含可消化物質比率所設計之簡單公式，可用以快速估算青刈玉米之品質 (8) 。秋作栽培密度及氮肥用量試驗的結果顯示，任何處理對以乾物重爲基礎計算所得之總營養消化率均無明顯的影響，但自吐絲期開始有隨收穫期延後而逐漸提高的趨勢（表 4 ），吐絲期各處理之總營養消化率爲58.8—59.6%，吐絲後36日爲67.0—70.0%，吐絲後56日爲71.5—73.4%。在晚植（10月17日播種）試驗中，亦未發現栽培密度對總營養消化率的影響，於播種後105日（吐絲後二週）之數值爲62.0%，播種後128日增加至68.1—68.6%；至於11月 3 日播種試驗部份，於播種後 112日（於吐絲後一週）之總營養消化率爲59.4—59.8%，密度處理的效應亦不明顯（表 4 ）。

Table 4. Total digestible nutrient percentage (TDN) of Tainung 1 maize hybrid silage as influenced by planting dates, plant spacings and N-fertilization rates

Planting Date	Treatment*	Days after Planting	TDN (%)
Sept. 15	60kg N/ha	62 (silking)	58.8
		98 (36 DAS**)	67.0
		118 (56 DAS)	71.5
	180kg N/ha	62 (silking)	58.8
		98 (36 DAS)	70.0
		118 (56 DAS)	73.0
Sept. 15	75×14 cm	62 (silking)	59.2
		98 (36 DAS)	70.0
		118 (56 DAS)	72.7
	75×18 cm	62 (silking)	59.5
		98 (36 DAS)	69.9
		118 (56 DAS)	73.4
	75×25 cm	62 (silking)	59.6
		98 (36 DAS)	69.9
		118 (56 DAS)	73.3
Oct. 17	75×10 cm	105 (14 DAS)	62.0
		128 (37 DAS)	68.1
	75×18 cm	105 (14 DAS)	62.0
		128 (37 DAS)	68.6
Nov. 3	75×10 cm	112 (7 DAS)	59.4
	75×18 cm	112 (7 DAS)	59.8

*Spacing was 75×20cm for N-fertilization treatments. N rate was 200kg/ha for spacing treatments.

**Days after silking.

本試驗中 TDN 值隨收穫期之延後而提高，爲穗部與全株乾物比率提高所致，在栽培密度與氮肥用量間比較，並無明顯的差異。Rutger and Crowder [12] 曾指出栽培密度對青刈玉米品質無影響，但 Robinson and Murphy [10] 則認爲增施氮肥可減少纖維素含量，並有提高可消化性乾物量（*in vitro* digestible dry matter，簡稱IVDDM）的效果。在本試驗之裡作晚植部份，TDN 值較低，可能爲收穫過早的影響，栽培密度的效應亦不明顯。

執行本項試驗的綜合結果認爲有以下問題需加考慮或再予探討，即裡作栽培青刈玉米之最適播種期仍需更多的試驗予以確定，並應配合耕作制度，本試驗所採用的10月17日可能過早，因有影響前作栽培之慮，11月 3 日的產量表現則欠理想；水分含量過高或爲另一問題，乾物量低除使飼用價值降低外，儲存方面亦較爲不易；而環境因子（如溫度）不利玉米發育，生長速率因而降低，經濟效益需要檢討，此外，對乾物率的影響也待探討；裡作栽培的另一個缺點爲總乾物消化率不高，主要爲乾物質分配至果穗比率較低所致；又密植（行株距75×10cm）的產量不如疏植處理（75×18cm），與秋作多項試驗結果所表現的趨勢有異，顯示栽培密度與環境因子間有交感作用存在，於實際栽培時的考慮如何，猶待確定。

參考文獻

1. 王强生、曹紹徽。劉大江。1987。栽培密度對玉米乾物質累積之影響。中華農業研究 36：15—28。
2. 王强生、林淑雰、。劉大江。1989。玉米產量及相關生理性狀對栽培密度的反應 。刊載於「玉米生理遺傳與育種研討會論文集」（謝昱暐、劉大江、朱德民 、黃懿秦合編）。中央研究院植物研究所專刊第 7 號，pp. 99-118. 。臺北市。
3. Cardwell, D. M. and T. W. Perry. 1971. Relationships between stage of maturity of the corn plant at time of harvest for corn silage and chemical composition. J. Dairy Sci. 54 : 533-536.
4. Cummins, D. G. 1970. Quality and yield of corn plant and componeont parts when harvested for silage at different maturity stage. Agron. J. 62 : 781-784.
5. Daynard, T. B. and R. B. Hunter. 1975. Relationships among whole-plant moisture, grain moisture, dry matter yield and quality of whole-plant silage. Can. J. Plant Sci. 55 : 77-84.
6. De Wolff, F. 1986. Dry-matter content of stover as a selection criterion for silage maize. In: Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). pp. 137-139. Pudoc Wageningen.
7. Hunter, R. B. 1986. Selecting hybrids for silage maize production: a Canadian experience. In: Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). Pudoc Wageningen.
8. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for Field Experiment. The Company, Tokyo.
9. Pinter, L. 1986. Ideal type of forage maize hybrid (*Zea mays* L.). In: Breeding of Silage Maize (O. Dolstra and P. Miedema, eds.). pp. 123-130. Pudoc Wageningen.
10. Robinson, D. L. and L. S. Murphy. 1972. Influence of nitrogn, phosphorus, and plant population on yield and quality of forage corn. Agron. J. 64 : 349-351.
11. Rutger, J. N. and L. V. Crowder. 1967a. Effect of high plant density on silage and grain yields of six corn hybrids. Crop Sci. 7 : 182-184.
12. Rutger, J. N. and L. V. Crowder. 1967b. Effect of population and row width on corn silage yields. Agron. J. 59 : 475-476.
13. Smith, D. 1969. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Wisc. Agri. Exp. Sta. Rep. #41, 11p.
14. Wang, C. S., S. H. Tsao and D. J. Liu. 1986. Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids. J. Agri. Res. China 35 : 437-448.

Effects of Planting Density and N-Fertilization on the Silage Yield of Maize[1]

C. C. Chen, C. S. Wang and D. J. Liu[2]

Summary

Maize hybrids Tainung 1 and Tainung 351 were cultivated in the fall crop to study the effects of planting density and N-fertilization on the silage yield and total digestible nutrient percentage (TDN). Hybrid Tainung 351 was also cultured as a winter crop at high density to evaluate the possibility of growing silage maize under low temperature condition. In the fall crop, dense planting tended to produce high silage yield for both hybrids. Yield over 50t/ha was recorded for spacing treatments of 75×14 and 75×18cm. Heavy N-fertilization was also necessary for growing silage maize under the experimental conditions. When planted in mid-October as a winter crop at spacing of 75×10 or 75×18cm, yield of fresh matter could also reach 50t/ha. However, dry matter yield was low due to high moisture content. Delayed planting at early November showed reduced yields of both fresh and dry matter. No planting-density effect on silage yield was found in the winter crop season. TDN value, up to 74%, increased with the advance of ear development and was not influenced by hybrid, planting density and N-fertilization. In conclusion, both Tainung 1 and Tainung 351 hybrids could be used for silage production when cultured under high density and N-fertilization. The practicality of production in the winter crop remained to be clarified.

---

1. Contribution No. 1494 from Taiwan Agricultural Research Institute. This paper was submitted by the senior author for partial fulfillment of M. S. degree. Financial support from the Council of Agriculture, Executive Yuan, ROC, is acknowledged.

2. Respectively, graduate student of the Graduate Institute of Agmronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, and assistant agronomist and senior agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, ROC.